

UNIVERSIDA PÚBLICA DE EL ALTO
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRONICA



TITULO DEL PROYECTO

**“SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL APLICADA A LA INDUSTRIA
4.0 CON EL PLC S7 1200”.**

EQUIPO DE PROYECTO:

Univ. Ronald Condorcett Tacuchaba

Univ. Omar Rodrigo Mamani Capcha

Univ. Ruddy Abel Tonconi Choque

Univ. Cristian Quispe Zapana

Univ. Jesus Yujra Chalco

**EL ALTO – BOLIVIA
2025**

ÍNDICE GENERAL

Pág.

1: SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL APLICADA A LA INDUSTRIA 4.0 CON EL PLC S7-1200	2
2: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3: OBJETIVOS.....	2
3.1: <i>Objetivo general</i>	2
3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	2
4: JUSTIFICACION.....	2
5: MARCO TEORICO.....	3
DESARROLLO DEL PROYECTO	7
DISEÑO 14	
MATERIALES Y HERRAMIENTAS	14
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	14
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....	14
BIBLIOGRAFIA.....	14
EJEMPLO	14

1: SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL APLICADA A LA INDUSTRIA 4.0 CON EL PLC S7-1200

Este documento tiene como objetivo presentar el diseño, desarrollo y funcionalidades de un sistema de monitoreo y control para diversos procesos industriales que se desarrollan en empresas o fábricas de la ciudad de El Alto, La Paz o en todo el país en general. El sistema está destinado a mejorar la eficiencia, la confiabilidad y la seguridad del proceso en una instalación específica, ya sea en una planta industrial, una red de distribución de agua o cualquier otro entorno.

2: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el ámbito industrial, el monitoreo en tiempo real de procesos automatizados es un pilar para la eficiencia y competitividad. Sin embargo, existe una brecha tecnológica entre grandes corporaciones y PYMES: mientras las primeras implementan costosos software industriales (como SCADA propietarios o Siemens TIA Portal), las segundas a menudo dependen de sistemas manuales o soluciones obsoletas por limitaciones de presupuesto y expertise técnico.

2.1: Problema Específico:

Aunque el mercado ofrece soluciones robustas (ej: WinCC, Ignition, FactoryTalk), estas suelen implicar:

- Altos costos de licencias y mantenimiento.
- Infraestructura IT compleja (servidores locales, VPNs).
- Curvas de aprendizaje prolongadas.



Esto deja a muchas empresas, especialmente las que inician su digitalización, sin alternativas viables para integrar el monitoreo remoto y el análisis de datos en sus operaciones.

3: OBJETIVOS

3.1: Objetivo general

Desarrollar un sistema integral de monitoreo y control industrial accesible, que combine el PLC Siemens S7-1200, Node-RED para procesamiento de datos, Firebase como backend en la nube y una interfaz web desplegada en Vercel, ofreciendo una alternativa escalable y de bajo costo frente a soluciones SCADA tradicionales.

3.2 Objetivos Específicos

- **Diseñar e implementar el esquema eléctrico y el tablero de control**, integrando el **PLC S7-1200** con sensores y actuadores para garantizar un funcionamiento seguro y automatizado.
- **Configurar la comunicación entre el PLC S7-1200 y Node-RED** para la adquisición y procesamiento de datos en tiempo real.
- **Desarrollar una base de datos en Firebase** para almacenar históricos de operación, permitiendo consultas remotas y análisis de tendencias.
- **Desarrollar una interfaz web desplegada en Vercel**, que consuma datos en tiempo real de Firebase y permita a los usuarios visualizar estados de sensores, ejecutar comandos de control y generar reportes históricos.
- **Validar el sistema en un entorno real o simulado**, demostrando su estabilidad como alternativa a soluciones industriales

4: JUSTIFICACION

Este proyecto propone un sistema híbrido escalable que combina la confiabilidad de un PLC industrial (Siemens S7-1200) con la flexibilidad de herramientas open-source (Node-RED) y la accesibilidad de la nube (Firebase). Su valor diferencial radica en:

Para Grandes Empresas:

- Complemento económico a sistemas SCADA existentes (ej: para áreas no críticas).
- Prototipo rápido para validar nuevas líneas de producción.

Para PYMES:



- Sustitución de soluciones manuales por automatización accesible.
- Implementación sin inversiones iniciales en software licenciado.

Esta solución busca democratizar el acceso a tecnologías Industria 4.0, contribuyendo a:

- Reducir la brecha tecnológica entre empresas de distintos tamaños.
- Fomentar la innovación en PYMES mediante herramientas adaptables.

5: MARCO TEORICO

5.1: DEFINICION DE INDUSTRIA 4.0

La Industria 4.0 (o Cuarta Revolución Industrial) es un paradigma de producción industrial basado en la digitalización, integración de sistemas ciberfísicos (CPS), y el uso de tecnologías como:

- IoT (Internet of Things): Conexión de máquinas y sensores a internet.
- Big Data & Analytics: Procesamiento inteligente de datos para optimizar procesos.
- Cloud Computing: Almacenamiento y procesamiento remoto de información.
- Inteligencia Artificial (AI) y Machine Learning (ML): Automatización predictiva.
- Robótica Colaborativa (Cobots): Robots que trabajan junto a humanos.
- Su objetivo es crear fábricas inteligentes (Smart Factories) con mayor eficiencia, flexibilidad y trazabilidad.

5.2 ESTADO DE LA INDUSTRIA 4.0 EN BOLIVIA

Bolivia se encuentra en una fase incipiente de adopción de Industria 4.0, con avances desiguales:

Sectores líderes:

- Minería: Uso de sensores IoT para monitoreo remoto de maquinaria (ej: empresas como COMIBOL).
- Agroindustria: Implementación de sistemas de riego automatizado y drones para análisis de cultivos.
- Manufactura: Algunas PYMEs están integrando PLCs y SCADAs básicos.



Barreras:

- Falta de infraestructura digital: Bajo acceso a internet de alta velocidad en zonas industriales.
- Limitada inversión tecnológica: Las empresas priorizan costos a corto plazo.
- Escasez de talento especializado: Falta de capacitación en tecnologías 4.0.

5.3: PLC S7-1200



El Siemens S7-1200 es un Controlador Lógico Programable (PLC) compacto y modular de la serie SIMATIC, diseñado para aplicaciones de automatización industrial. Su función principal es controlar procesos electromecánicos mediante la ejecución de programas basados en lógica (ladder, SCL, FBD), adquisición de datos de sensores y gestión de actuadores (contactores, válvulas, motores).

5.3.1: Arquitectura:

- CPU integrada con puertos de comunicación (Ethernet PROFINET, RS485).
- Módulos de expansión para E/S digitales/análogas, comunicación (CM/CM).

5.3.2: Programación:

- Compatible con TIA Portal (software oficial de Siemens).
- Lenguajes IEC 61131-3: Ladder (LAD), Function Block Diagram (FBD), Structured Control Language (SCL).

5.3.3: Comunicaciones:

- Protocolos industriales: PROFINET, Modbus TCP, OPC UA.
- Integración con sistemas HMI, SCADA y IoT mediante HTTP REST API o MQTT (con librerías adicionales).

5.3.4: Ventajas en Automatización Industrial

- Confianza y Robustez: Diseñado para entornos industriales con rangos de temperatura amplios (-20°C a 60°C) y protección contra interferencias electromagnéticas (EMI).
- Escalabilidad: Permite expandir E/S según necesidades (hasta 8 módulos adicionales).



- Conexión con Tecnologías 4.0: Compatibilidad con Node-RED, Python y bases de datos en la nube (como Firebase) mediante comunicaciones estándar.

5.3.5: Aplicaciones Típicas

- Control de máquinas (ensambladoras, embotelladoras).
- Sistemas de supervisión de energía y temperatura.
- Automatización de edificios (iluminación, climatización).

5.4: NODE-RED

5.4.1. Definición y Origen

Node-RED es una herramienta de programación visual open-source, desarrollada inicialmente por IBM en 2013, para conectar dispositivos IoT (Internet of Things), APIs y servicios en la nube mediante flujos (flows). Está basada en Node.js y utiliza un enfoque de "arrastrar y soltar" para crear aplicaciones de automatización.

5.4.2. Características Principales

- Interfaz gráfica intuitiva: Permite crear flujos de datos mediante nodos (nodes) interconectados sin necesidad de escribir código complejo.
- Multiplataforma: Funciona en Windows, Linux, macOS y dispositivos embebidos (como Raspberry Pi).
- Extensible: Cuenta con una amplia biblioteca de nodos adicionales (más de 3,000 en su palette) para protocolos como MQTT, HTTP, OPC UA, bases de datos, etc.
- Integración con hardware y cloud: Compatible con PLCs (como Siemens S7-1200), sensores IoT, y plataformas en la nube (Firebase, AWS, Azure).

5.4.3. Aplicaciones en Automatización Industrial

Node-RED es utilizado en entornos industriales para:

- Monitoreo remoto: Visualizar datos de PLCs/sensores en tiempo real.
- Control de procesos: Ejecutar acciones basadas en umbrales (ej: activar alarmas si un sensor supera un valor).
- Integración de sistemas: Conectar dispositivos heterogéneos (ej: PLC + bases de datos + APIs web).
- Prototipado rápido: Validar ideas sin desarrollar software desde cero.



5.4.4. Ventajas frente a Soluciones Tradicionales

CRITERIO	Node-Red	SCADA Tradicional
Costo	Gratis (open source)	Licencias costosas (ej: WinCC, Ignition)
Flexibilidad	Altamente personalizable	Limitado a funciones predefinidas
Despliegue	Corre en hardware modesto	Requiere servidores dedicados
Curva de aprendizaje	Amigable para programadores	Requiere expertise especializado

5.5: FIREBASE DE GOOGLE

Firebase es una plataforma de desarrollo de aplicaciones (Backend-as-a-Service - BaaS) propiedad de Google, diseñada para acelerar la creación de proyectos digitales mediante servicios en la nube. Se destaca por:

- Base de datos en tiempo real: Almacena y sincroniza datos entre usuarios y dispositivos instantáneamente.
- Autenticación integrada: Soporte para login con Google, Facebook, correo electrónico, etc.
- Hosting: Despliegue rápido de aplicaciones web estáticas o dinámicas.
- Cloud Functions: Ejecución de código backend sin administrar servidores.
- Gratis para proyectos pequeños: Con límites generosos en su plan Spark.

5.5.1 Ventajas en Automatización Industrial

- Escalabilidad: Ajusta automáticamente su capacidad según la demanda.
- Integración sencilla con IoT: Compatible con Node-RED, Python, y microcontroladores (ESP32, Raspberry Pi).
- Sin infraestructura local: Elimina la necesidad de servidores físicos.
- Historial de datos: Almacena series temporales para análisis posteriores.



6: DESARROLLO Y PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

6.1: DISEÑO

PROGRAMAS Y PLATAFORMAS UTILIZADOS PARA EL DISEÑO, PROGRAMACIÓN Y DESPLIEGUE DEL PROYECTO

DISEÑO EN CADE_SIMU

Primero se empezó por realizar el esquema eléctrico del tablero, y para ello se utilizó el software CADE_SIMU.

CADE_SIMU es una herramienta de diseño y simulación de circuitos eléctricos y electrónicos, especialmente útil para automatización industrial. Desarrollado por CADE Technologies, es un software gratuito que permite

- Diseño de esquemas eléctricos: Creación de diagramas de fuerza y control (contactores, relés, PLCs, sensores).
- Simulación interactiva: Prueba virtual del funcionamiento de los circuitos antes de implementarlos físicamente.
- Biblioteca de componentes: Incluye símbolos normalizados (IEC/NFPA) para motores, interruptores, temporizadores, etc.
- Compatibilidad con PLCs: Permite simular la lógica de programas básicos (ej: ladder).

PROGRAMACION DEL PLC S7-1200 EN TIA PORTAL

TIA Portal es el software de ingeniería integral desarrollado por Siemens para configurar, programar y gestionar sistemas de automatización industrial. Es el entorno estándar para trabajar con PLCs, HMIs y drives de la familia SIMATIC

DISEÑO EN NODE-RED

Node-RED es una herramienta de programación visual open-source basada en Node.js, diseñada para conectar dispositivos IoT, APIs y servicios en la nube mediante flujos (flows).



Desarrollada originalmente por IBM, se ha convertido en un estándar para prototipado rápido en automatización y IoT.

CREACION DE LA BASE DE DATOS EN FIREBASE

Firebase es una plataforma de desarrollo de aplicaciones móviles y web creada por Google, que ofrece herramientas y servicios para facilitar el desarrollo rápido de proyectos digitales. En el contexto de tu proyecto de automatización industrial.

DESPLIEGUE DE LA PAGINA WEB EN VERCEL

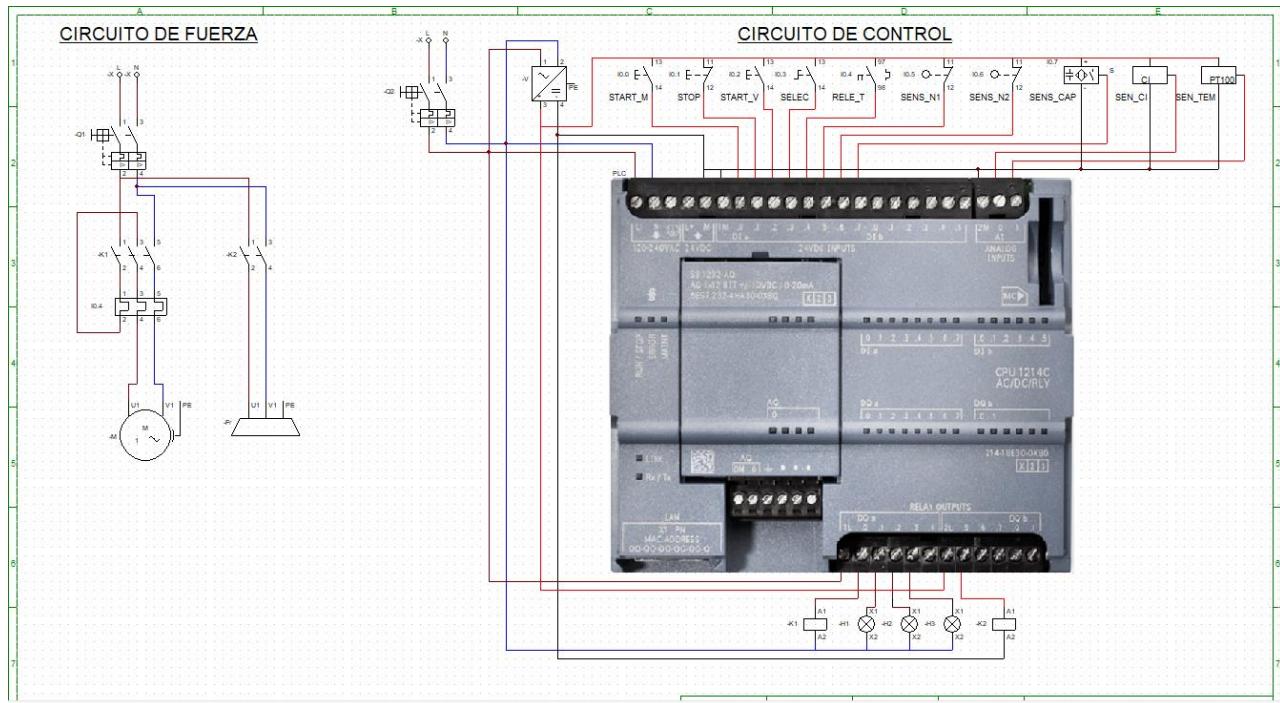
Vercel es una plataforma de despliegue y hosting frontend especializada en aplicaciones web modernas. Perteneciente a la categoría de Jamstack, permite:

- Desplegar aplicaciones estáticas y dinámicas con configuración cero
- Ofrecer alto rendimiento mediante CDN global
- Integración nativa con frameworks modernos (React, Next.js, Angular, etc.)

6.2: DESARROLLO DEL PROYECTO

Fase 1: Diseño y armado del tablero eléctrico.

Empezamos realizando el diseño del esquema eléctrico en CADe_Simu, este es un software utilizado para realizar esquemáticos eléctricos y a la vez nos permite realizar simulaciones.



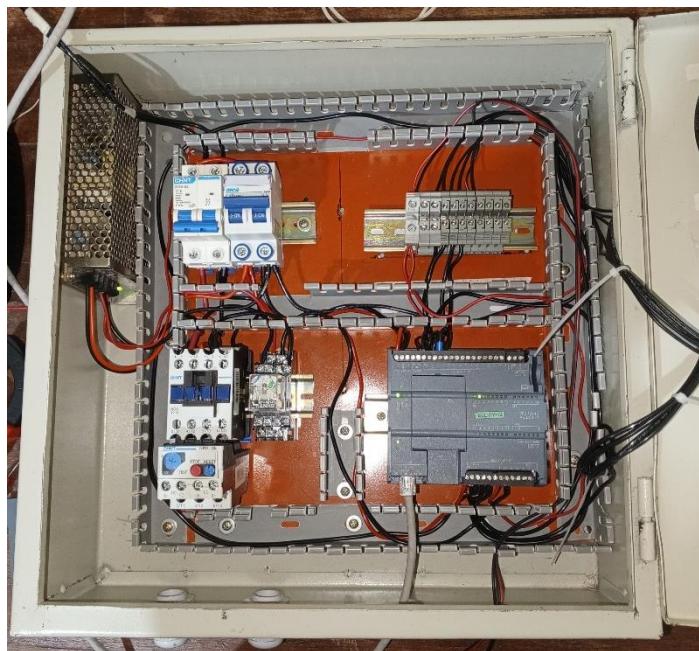
En el esquema eléctrico se hizo la inclusión de todos los elementos que llevaría nuestro tablero eléctrico de control físico como los disyuntores, contactores, pulsadores, sensores, relays y el elemento principal de control, el PLC

Fase 2: Armado del tablero eléctrico y programacion

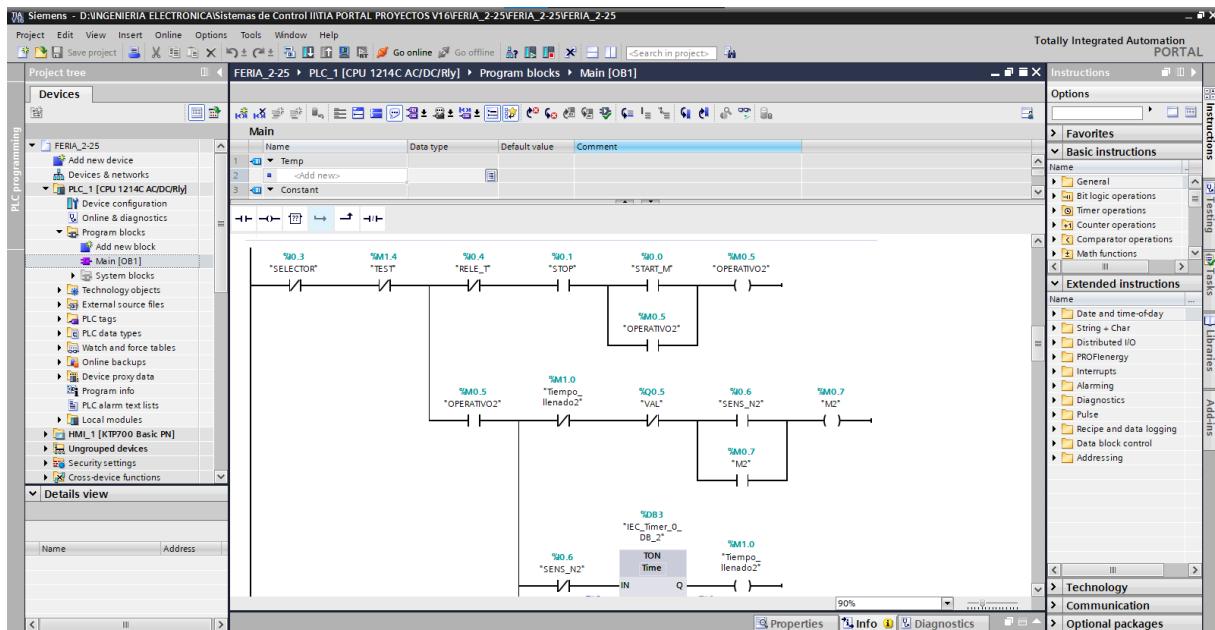
Para la parte del circuito de fuerza se utilizo un disyuntor, un contactor, un rele térmico, un rele de 24 v, que iran a comutar la activación o desactivación del motor monofasico y de la electroválvula.

Para la parte del circuito de control se utilizo un disyuntor, una fuente de 24 v, pulsadores de marcha y parada, sensores finales de carrera, un selector, un sensor capacitivo, un sensor de corriente y un sensor de temperatura PT100. A las entradas del PLC van

conectados lo que son los sensores y pulsadores, a la salida del PLC van conectadas la bobina del contactor, tres lamparas indicadoras, y el rele de 24 v.



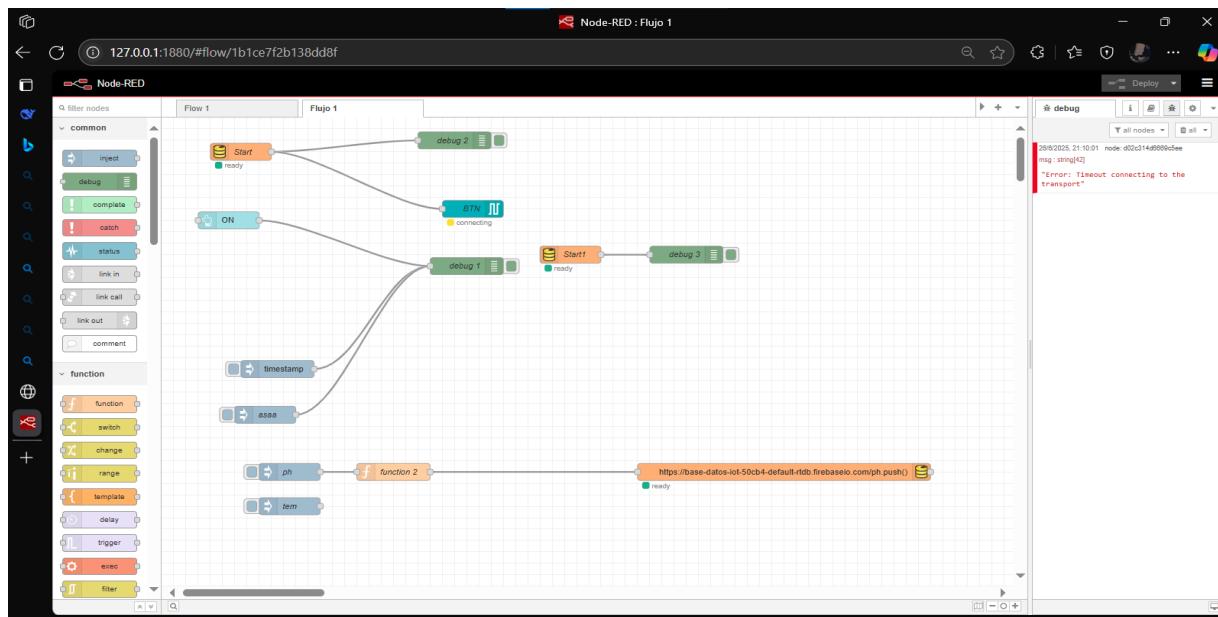
Una vez armado el tablero de control con todos los sensores y actuadores conectado se procedio a programarlo con software oficial de Siemens, Tia Portal.



	Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Access...	Write...	Visible...	Comment
1	START_M	Default tag table	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	MOTOR	Default tag table	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	STOP	Default tag table	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	L_MOTOR	Default tag table	Bool	%Q0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	WEB_START	Default tag table	Bool	%M0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Tag_1	Default tag table	Bool	%M0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	L_SISTEMA	Default tag table	Bool	%Q0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	L_VAL	Default tag table	Bool	%Q0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	STRAT_V	Default tag table	Bool	%I0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	SELECTOR	Default tag table	Bool	%I0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	VAL	Default tag table	Bool	%Q0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	OPERATIVO	Default tag table	Bool	%M0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	LED	Default tag table	Bool	%Q0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	SEN_TEM	Default tag table	Int	%IW66		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	TEM_NORMALIZADO	Default tag table	Real	%MD100		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	TEMPERATURA	Default tag table	Real	%MD104		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	RELE_T	Default tag table	Bool	%I0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	SENS_N1	Default tag table	Bool	%I0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	SENS_N2	Default tag table	Bool	%I0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	SENS_CAP	Default tag table	Bool	%I0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	SEN_CORRIENTE	Default tag table	Int	%IW64		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	CORR_NORMALIZADO	Default tag table	Real	%MD200		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	CORRIENTE	Default tag table	Real	%MD2004		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	Tempo_llenado	Default tag table	Bool	%M0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
25	tiempo_val	Default tag table	Bool	%M0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
26	OPERATIVO2	Default tag table	Bool	%M0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
27	M1	Default tag table	Bool	%M0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
28	M2	Default tag table	Bool	%M0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
29	Tiempo_llenado2	Default tag table	Bool	%M1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
30	V2	Default tag table	Bool	%M1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
31	V1	Default tag table	Bool	%M1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fase 3: comunicación del PLC con node-red y firebase para su posterior despliegue en vercel.

Se procedio a implementar la comunicación con node-red. Node-red se ejecuta de forma local en una computadora, la comunicación se logra a través de direcciones IP, ambos tanto como node-red y el PLC deben de pertenecer a la misma red.





Node-red realiza la lectura y escritura de algunas variables del PLC, de esta forma puede leer o escribir datos en firebase.

De esta forma la pagina web que ya esta desplegada en vercel solo se encarga de la lectura y escritura de variables que están en la base de datos, de ahí pasa a node-red y luego llegan al PLC o viceversa

Fase 4: Prueba y validación del sistema en un entorno simulado

Una vez que se tenia funcionando todo el sistema de control como, el tablero eléctrico, la base de datos y la pagina web funcional, se procedio al armado de una estructura con repisas con dos recipientes de agua.

Se realizara el bombeo y descarga de agua, el primer recipiente superior llevara dos sensores de nivle de agua que nos indicara si el liquido se encuentra en un nivle bajo o nivel alto. Cuando los sensores detecten que recipiente esta basio, se activara la bomba de agua que hará que el recipiente se llene de agua hasta el sensor superior, una vez lleno se activara la válvula para descargar el agua hasta que el recipinete de bacie, y volverá a activarse la bomba de agua, sin embargo el agua se dirigira al recipiente inferior de donde la bomba tomara el agua para luego bombearla denuovo al recipiente superior.





6.3: MATERIALES Y HERRAMIENTAS

•

(Describir como se desarrolló el proyecto paso a paso)

Diseño

(Mencionar y describir en que programa se realizó el diseño del proyecto, mencionar si se utilizó cálculos, mostrar fotos del proceso de diseño del proyecto)

Materiales y Herramientas

(Describir todos los materiales y herramientas usadas durante la realización del proyecto)

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

(Describir explícitamente los resultados a las que se ha arribado en concordancia con los objetivos, cuyo acápite será el aporte del trabajo investigado).

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

(Respuesta al tema investigado de acuerdo con los resultados obtenidos, redactadas en forma sencilla y exhibiendo concordancia con el objetivo).

BIBLIOGRAFIA

(Se debe colocar la bibliografía consultada en la elaboración del proyecto)

Ejemplo

LA RAZON. (15 de MAYO de 2022). *La IA y la automatización elevarán el desempeño.*

Obtenido de LA RAZON: <https://www.la-razon.com/financiero/2022/05/15/la-ia-y-la-automatizacion-elevaran-el-desempeno/>

ANEXOS

(Subir fotos de todo el proceso de la elaboración del proyecto)

